

(5)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-248833

(43)公開日 平成11年(1999)9月17日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 1 S 13/90

識別記号

F I
G 0 1 S 13/90

審査請求 有 請求項の数9 OL (全12頁)

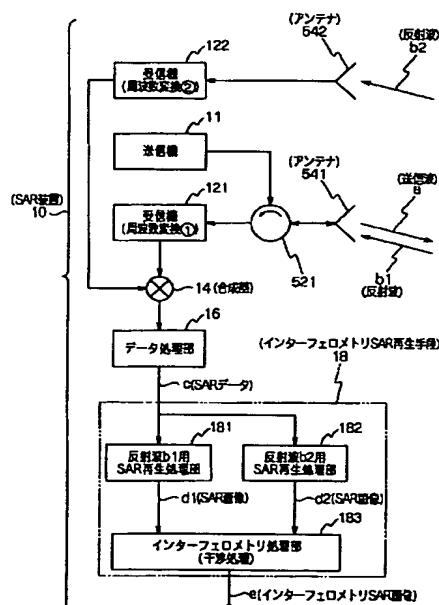
(21)出願番号 特願平10-51890
(22)出願日 平成10年(1998)3月4日(71)出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72)発明者 藤村 卓史
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内
(74)代理人 弁理士 高橋 勇

(54)【発明の名称】 SAR装置及びその信号処理方法

(57)【要約】

【課題】 データレートの増大、画質の劣化、観測幅の減少、画像間の相関の低下等の問題を解決する。

【解決手段】 本発明のSAR装置10は、送信波aを出力する送信機11と、送信波aを送信するとともに反射波b1を受信するアンテナ541と、反射波b2を受信するアンテナ542と、アンテナ541で受信された反射波b1を入力し周波数変換を行う受信機121と、アンテナ542で受信された反射波b2を入力し受信機121とは異なる周波数変換を行う受信機122と、受信機121、122で周波数変換された出力信号を合成する合成器14と、合成器14から出力される合成信号をサンプリングしSARデータcとして記録するデータ処理部16と、データ処理部16で記録されたSARデータcを再生しインターフェロメトリSAR画像eを取得するインターフェロメトリSAR再生手段18とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信波を出力する送信機と、この送信機からの送信波を送信するとともにターゲットから戻ってくる第一の反射波を受信する第一のアンテナと、前記ターゲットから戻ってくる第二の反射波を受信する第二のアンテナと、前記第一のアンテナで受信された前記第一の反射波を入力し周波数変換を行う第一の受信機と、前記第二のアンテナで受信された第二の反射波を入力し前記第一の受信機とは異なる周波数変換を行う第二の受信機と、前記第一及び第二の受信機で周波数変換された出力信号を合成する合成器と、この合成器から出力される合成信号をSARデータとして記録するデータ処理部と、このデータ処理部で記録されたSARデータを再生しインターフェロメトリSAR画像を取得するインターフェロメトリSAR再生手段とを備えたSAR装置。

【請求項2】 前記インターフェロメトリSAR再生手段は、前記第一及び第二の受信機における周波数変換の各々に対応した二種類のSAR再生処理を行うことにより、前記SARデータから前記第一及び第二の反射波のそれぞれに対応する二枚のSAR画像を再生し、これらのSAR画像を干渉させることにより、前記インターフェロメトリSAR画像を取得する、請求項1記載のSAR装置。

【請求項3】 前記インターフェロメトリSAR再生手段は、前記SARデータから第一のSAR画像を得る前記第一の反射波用の第一のSAR再生処理部と、前記SARデータから第二のSAR画像を得る第二の反射波用の第二のSAR再生処理部と、前記第一及び第二のSAR画像から前記インターフェロメトリSAR画像を得るインターフェロメトリ処理部とを備えている、請求項2記載のSAR装置。

【請求項4】 前記インターフェロメトリSAR再生手段は、アジマス圧縮を先にチャーブ圧縮を後に行う、請求項1、2又は3記載のSAR装置。

【請求項5】 第一及び第二の送信波を出力する送信機と、この送信機からの第一の送信波を送信するとともにターゲットから戻ってくる第一及び第二の反射波を受信する第一のアンテナと、前記送信機からの第二の送信波を送信するとともに前記ターゲットから戻ってくる第三及び第四の反射波を受信する第二のアンテナと、前記第一のアンテナで受信された前記第一及び第二の反射波を入力し周波数変換を行う第一の受信機と、前記第二のアンテナで受信された第三及び第四の反射波を入力し前記第一の受信機とは異なる周波数変換を行う第二の受信機と、前記第一及び第二の受信機で周波数変換された出力信号を合成する合成器と、この合成器から出力される合成信号をSARデータとして記録するデータ処理部と、このデータ処理部で記録されたSARデータを再生しボラリメトリSAR画像を取得するボラリメトリSAR再生手段とを備えたSAR装置。

【請求項6】 前記ボラリメトリSAR再生手段は、前記第一及び第二の受信機における周波数変換の各々に対応した二種類のSAR再生処理を行うことにより、前記SARデータから前記第一乃至第四の反射波のそれぞれに対応する四枚のSAR画像を再生し、これらのSAR画像を処理することにより、前記ボラリメトリSAR画像を取得する、請求項5記載のSAR装置。

【請求項7】 前記ボラリメトリSAR再生手段は、前記データ処理部で記録されたSARデータを第一及び第

10 二のSARデータに分離する分離処理部と、前記第一のSARデータから第一及び第二のSAR画像を得る第一及び第二のSAR再生処理部と、前記第二のSARデータから第三及び第四のSAR画像を得る第三及び第四のSAR再生処理部と、前記第一乃至第四のSAR画像から前記ボラリメトリSAR画像を得るボラリメトリ処理部とを備えている、請求項6記載のSAR装置。

【請求項8】 前記ボラリメトリSAR再生手段は、アジマス圧縮を先にチャーブ圧縮を後に行う、請求項5、6又は7記載のSAR装置。

20 【請求項9】 複数の反射波を複数のアンテナ及び複数の受信機で受信する、インターフェロメトリSAR装置やボラリメトリSAR装置等のSAR装置の信号処理方法において、前記複数の反射波に対し、それぞれ異なる周波数変換を行って、これらを合成してSARデータとし、このSARデータに対し、前記周波数変換の各々に適したSAR再生処理を行うことによりSAR画像を再生する、ことを特徴とするSAR装置の信号処理方法。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機、人工衛星等から地表の各種情報（二次元情報、三次元情報、偏波情報、移動速度情報等）を画像として得るための、SAR（Synthetic Aperture Radar：合成開口レーダ）装置及びその信号処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のSAR装置として、インターフェロメトリSAR装置及びボラリメトリSAR装置が知られている。

40 【0003】インターフェロメトリSAR装置では、二つの画像を干渉させることにより、標高等の地形情報（クロストラック・インターフェロメトリSAR）又は移動物体の速度情報（クロストラック・インターフェロメトリSAR）を求める。このとき、二枚の画像用として必要になる二つのSARデータを得るために、次の第一例又は第二例のどちらかの技術が採られていた。第一例は、二組ずつの受信機及びデータ処理部を用い、各々でSARデータを取得するものである（図12）。第二例は、一組ずつの受信機及びデータ処理部を用い、PR

F (Pulse Repetition Frequency: バルス繰り返し周波数) 毎に交互に二つのSARデータを取得するものである(図13及び図14)。

【0004】ポラリメトリSAR装置では、四つの偏波(HH, HV, VV, VH)のSAR画像を取得する。これらのSAR画像は、一台の送信機からの二つの送信波をPRF毎に切り替えて二台のアンテナから交互に送信し(H偏波送信・V偏波送信)、それを二組ずつのアンテナ、受信機、及びデータ処理部で受信し記録した四組のSARデータを処理することにより、取得していた(図15及び図16)。

【0005】図12は、SAR装置の第一従来例を示すブロック図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0006】第一従来例のSAR装置50は、インターフェロメトリSAR装置の第一例であって、送信波aを出力する送信機52と、送信機52からの送信波aを送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b1を受信するアンテナ541と、ターゲットから戻ってくる反射波b2を受信するアンテナ542と、アンテナ541で受信された反射波b1を入力し周波数変換を行う受信機561と、アンテナ542で受信された反射波b2を入力し受信機561と同じ周波数変換を行う受信機562と、受信機561, 562で周波数変換された出力信号をそれぞれSARデータc1, c2として記録するデータ処理部581, 582と、データ処理部581, 582で記録されたSARデータc1, c2を再生しインターフェロメトリSAR画像eを取得するインターフェロメトリSAR再生手段60とを備えている。

【0007】インターフェロメトリSAR再生手段60は、SARデータc1からSAR画像d1を得る反射波b1用SAR再生処理部601と、SARデータc2からSAR画像d2を得る反射波b2用SAR再生処理部602と、SAR画像d1, d2からインターフェロメトリSAR画像eを得るインターフェロメトリ処理部603とを備えている。アンテナ541において送信波aと反射波b1とは、サーチューレータ521によって振り分けられる。

【0008】図13及び図14はSAR装置の第二従来例を示し、図13は構成のブロック図、図14は動作のタイミングチャートである。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図12と同一部分は同一符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0009】第二従来例のSAR装置62は、インターフェロメトリSAR装置の第二例であって、送信波aを出力する送信機52と、送信機52からの送信波aを送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b1を受信するアンテナ541と、ターゲットから戻ってくる反射波b2を受信するアンテナ542と、アンテナ541, 542で受信された反射波b1, b2をPRF毎に交互に入力する受信データ切替スイッチ64と、受信デ

ータ切替スイッチ64で入力された反射波b1, b2に対して同じ周波数変換を行う受信機66と、受信機66で周波数変換された出力信号をSARデータc1, c2として記録するデータ処理部68と、データ処理部68で記録されたSARデータc1, c2を再生しインターフェロメトリSAR画像eを取得するインターフェロメトリSAR再生手段70とを備えている。

【0010】インターフェロメトリSAR再生手段70は、SARデータc1, c2を分離する分離処理部70

10 1と、SARデータc1からSAR画像d1を得る反射波b1用SAR再生処理部601と、SARデータc2からSAR画像d2を得る反射波b2用SAR再生処理部602と、SAR画像d1, d2からインターフェロメトリSAR画像eを得るインターフェロメトリ処理部603とを備えている。

【0011】図15及び図16はSAR装置の第三従来例を示し、図15は構成のブロック図、図16は動作のタイミングチャートである。以下、この図面に基づき説明する。

20 【0012】第三従来例のSAR装置72は、ポラリメトリSAR装置であって、送信波a1(V偏波), a2(H偏波)を出力する送信機74と、送信機74からの送信波a1, a2をPRF毎に交互に出力する送信波切替スイッチ76と、送信波a1を送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b11(VV), b21(HV)を受信するアンテナ781(V偏波アンテナ)と、送信波a2を送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b12(VH), b22(HH)を受信するアンテナ782(H偏波アンテナ)と、アンテナ781で受信された反射波b11, b21を入力し周波数変換を行う受信機801と、アンテナ782で受信された反射波b12, b22を入力し受信機801と同じ周波数変換を行う受信機802と、受信機801, 802で周波数変換された出力信号をそれぞれSARデータc1', c2'として記録するデータ処理部821, 822と、データ処理部821, 822で記録されたSARデータc1', c2'を再生しポラリメトリSAR画像e'を得るポラリメトリSAR再生手段84とを備えている。

40 【0013】ポラリメトリSAR再生手段84は、SARデータc1', c2'をそれぞれSARデータc1, c2, c12, c22に分離する分離処理部841, 842と、SARデータc11, c21, c12, c22からSAR画像d11, d21, d12, d22を得る反射波b11用SAR再生処理部861、反射波b21用SAR再生処理部862、反射波b12用SAR再生処理部881及び反射波b22用SAR再生処理部882と、SAR画像d11, d21, d12, d22からポラリメトリSAR画像e'を得るポラリメトリ処理部90とを備えている。アンテナ781において送

信波a1と反射波b11, b21とは、サーキュレータ741によって振り分けられる。アンテナ782において送信波a2と反射波b12, b22とは、サーキュレータ742によって振り分けられる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のインターフェロメトリSAR装置の第一例では、データ量が二倍になるという問題がある。

【0015】一方、従来のインターフェロメトリSAR装置の第二例では、一つのSAR画像にとって、PRFが低くなることによる画質(アジマスS/A)の劣化という問題がある。これを避けるためにPRFを高くすると、画質(レンジS/A)の劣化、観測幅の減少、及びデータレートの増大という別の問題が生ずる。更に、二つのデータを交互に受信するため、画像間の相関が低下し、標高精度が低下するという問題もあった。

【0016】また、従来のポラリメトリSAR装置では、四組のSARデータを記録するため、データレートが増大するという問題点があった。

【0017】

【発明の目的】そこで、本発明の目的は、インターフェロメトリSAR装置やポラリメトリSAR装置等の、同時に複数の反射波を受信するSAR装置に特有の、データレートの増大、画質の劣化、観測幅の減少、画像間の相関の低下等の問題を解決することができるSAR装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係るSAR装置及びその信号処理方法は、インターフェロメトリSARやポラリメトリSAR等の複数の反射波を同時に受信するSAR装置において、送信波を送信し、二つの反射波を二組のアンテナ・受信機で受信し、受信した二つの反射波を各受信機において異なる周波数変換(ダウンコンバート)を行うことにより、二つの反射波の周波数変調特性を互いに逆とし、両者を合成器によって合成(加算)し、一台のデータ処理部でサンプリング・記録を行って得た一つのSARデータに対し、二種類の周波数変換の各々に適したSAR再生処理を行うことにより、二枚のSAR画像(複素データ)を再生することを特徴としている。

【0019】この際、各受信機の出力信号及び合成器の出力信号のいずれも、信号帯域幅は同じである。ナイキストの定理によれば、アナログ信号をデジタルデータにサンプリングする場合に必要とされるサンプリング速度は最大周波数の二倍以上であり、各受信機の出力信号を別々にサンプリングする場合も、合成器の出力信号(合成信号)をサンプリングする場合も、必要となるサンプリング速度は変わらない。したがって、合成信号をサンプリングする場合は、各受信機の出力信号を別々にサンプリングする場合に比べ、SARデータのデータ量を半

分にすることができる。これにより、通常必要となるデータレートが半減する。

【0020】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係るSAR装置の第一実施形態を示すブロック図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図12と同一部分は同一符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0021】第一実施形態のSAR装置10は、インターフェロメトリSAR装置であって、送信波aを出力する送信機11と、送信機11からの送信波aを送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b1を受信するアンテナ541と、ターゲットから戻ってくる反射波b2を受信するアンテナ542と、アンテナ541で受信された反射波b1を入力し周波数変換を行う受信機121と、アンテナ542で受信された反射波b2を入力し受信機121とは異なる周波数変換を行う受信機122と、受信機121, 122で周波数変換された出力信号を合成(加算)する合成器14と、合成器14から出力される合成信号をサンプリングしSARデータcとして記録するデータ処理部16と、データ処理部16で記録されたSARデータcを再生しインターフェロメトリSAR画像eを取得するインターフェロメトリSAR再生手段18とを備えている。

【0022】インターフェロメトリSAR再生手段18は、受信機121, 122における周波数変換の各々に対応した2種類のSAR再生処理を行うことで、一つのSARデータから反射波b1, b2に対応する二枚のSAR画像d1, d2(複素データ)を再生し、両者を干渉させる。すなわち、インターフェロメトリSAR再生手段18は、SARデータcからSAR画像d1を得る反射波b1用SAR再生処理部181と、SARデータcからSAR画像d2を得る反射波b2用SAR再生処理部182と、SAR画像d1, d2からインターフェロメトリSAR画像eを得るインターフェロメトリ処理部183とを備えている。

【0023】次に、SAR装置10の動作を説明する。

【0024】図3に示すように、送信機11で発生したチャーブ信号は、同じく送信機11において周波数変換(アップコンバート)され、アンテナ1から送信波aとして送信される。送信波aはターゲットで反射され、反射波b1, b2としてそれぞれアンテナ541, 542で受信される。反射波b1, b2は、SARデータcとしてデジタルデータに変換される前に、ベースバンドに周波数変換①, ②(ダウンコンバート①, ②)される。このとき、反射波b1, b2は、受信機121, 122で各々異なる周波数変換が行われることで、チャーブ変調特性が互いに逆となる。すなわち、受信機121の出力信号は送信機11で生成したチャーブ信号と同じチャーブ変調特性(アップチャーブ)を有するのに対して、受信機122の出力信号はチャーブ変調特性が反転する

7
 (ダウンチャーブ)。これらの出力信号は合成器14で合成(加算)されることで、反射波b1, b2が混在した信号となり、これがデータ処理部16でSARデータcとしてデジタルデータにサンプリング・記録される。【0025】この際、図4に示すように、受信機121の出力信号、受信機122の出力信号、及び合成器14の出力信号のいずれも、信号帯域幅は同じである。ナイキストの定理によれば、アナログ信号をデジタルデータにサンプリングする場合に必要とされるサンプリング速度は最大周波数の二倍以上であり、受信機121, 122の出力信号を別々にサンプリングする場合も、合成器14の出力信号(合成信号)をサンプリングする場合も、必要となるサンプリング速度は変わらない。したがって、合成信号をサンプリングする場合は、受信機121, 122の出力信号を別々にサンプリングする場合に比べ、SARデータcのデータ量を半分にすることができる。

【0026】記録されたSARデータcは、図5に示すように二種類のSAR再生処理(反射波b1用と反射波b2用)を行うことで、反射波b1, b2を分離した二枚のSAR画像(SAR画像d1, d2)が得られる。ここで、SAR再生処理は、簡略化すると、図6に示すように、チャーブ圧縮処理とアジャス圧縮処理から成り、チャーブ圧縮処理では、記録された信号のチャーブ変調特性とは逆のチャーブ変調特性を持つマッチドフィルタを通すことで、チャーブ圧縮が行われる。従って、図5の場合、反射波d1用のSAR再生処理①のチャーブ圧縮処理のマッチドフィルタはダウンチャーブ特性を、反射波b2用のSAR再生処理②のチャーブ圧縮処理のマッチドフィルタはアップチャーブ特性を持つ。

【0027】ところで、受信機121, 122では異なる周波数変換を行うが、各々の周波数変換(ダウンコンバート)の概要を図7及び図8に示す。中心周波数f0の周囲にアップチャーブ特性を有する反射波b1を2波に分け、各々に周波数-f0の正弦関数、余弦関数を掛け合わせ、ローパスフィルタを通すことで、反射波b1から中心周波数f0成分を取り除くことができる。これが、通常のSARの受信機で行われている周波数変換である(周波数変換①)。一方、周波数変換②では、反射波b2に周波数+f0の正弦関数及び余弦関数を掛け合わせることで、反射波b2から中心周波数f0成分を取り除くと共に、チャーブ変調特性を逆転させる。なお、合成器14では受信機121, 122からの出力信号をIチャンネル、Qチャンネルの各々毎に合成する。

【0028】なお、本実施形態では、送信波aのチャーブ変調特性がアップチャーブの場合について示しているが、これがダウンチャーブでも同じことである。また、本実施形態では、受信機121で周波数変調①、受信機122で周波数変調②の場合を示しているが、これが逆でも同じことである。更に、本実施形態では、受信機1

21, 122における周波数変換として、I, Qの二チャンネルに分ける周波数変換例を示しているが、二チャンネルに分ける周波数変換の場合も同じことである。【0029】図9及び図10はSAR装置の第二実施形態を示し、図9は構成のブロック図、図10は動作のタイミングチャートである。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図15と同一部分は同一符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0030】第二実施形態のSAR装置20は、ボラリ

10 メトリSAR装置であって、送信波a1(V偏波), a2(H偏波)を出力する送信機22と、送信機22からの送信波a1, a2をPRF毎に交互に出力する送信波切替スイッチ76と、送信波a1を送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b11(VV), b21(HV)を受信するアンテナ781(V偏波アンテナ)と、送信波a2を送信するとともにターゲットから戻ってくる反射波b12(VH), b22(HH)を受信するアンテナ782(H偏波アンテナ)と、アンテナ781で受信された反射波b11, b21を入力し周波数変換を行う受信機241と、アンテナ782で受信された反射波b12, b22を入力し受信機241とは異なる周波数変換を行う受信機242と、受信機241, 242で周波数変換された出力信号を合成(加算)する合成器26と、合成器26から出力される合成信号をサンプリングしSARデータcとして記録するデータ処理部28と、データ処理部28で記録されたSARデータc1', c2'を再生しボラリメトリSAR画像e'を得するボラリメトリSAR再生手段30とを備えている。

30 【0031】ボラリメトリSAR再生手段30は、受信機241, 242における周波数変換の各々に対応した二種類のSAR再生処理を行うことにより、SARデータc'から反射波b11, b21, b12, b22のそれぞれに対応するSAR画像d11, d21, d12, d22を再生し、SAR画像d11, d21, d12, d22を干渉させることにより、ボラリメトリSAR画像e'を得る。すなわち、ボラリメトリSAR再生手段30は、データ処理部28で記録されたSARデータc'をSARデータc1', c2'に分離する分離処理部301と、SARデータc1'からSAR画像d11, d21を得る反射波b11用及び反射波b12用SAR再生処理部321, 322と、SARデータc2'からSAR画像d21, d22を得る反射波b21用及び反射波b22用SAR再生処理部323, 324と、SAR画像d11, d21, d12, d22からボラリメトリSAR画像e'を得るボラリメトリ処理部30とを備えている。分離処理部301は、データ処理部28で記録されたSARデータc'に対してPRF毎に分離処理を行い、反射波b11, b12が記録されているSARデータc1'及び反射波b21, b22が記録されて

いるSARデータc2''とに分離する。

【0032】次に、SAR装置20の動作を説明する。

【0033】アンテナ781、782からPRF毎に交互に送信波a1、a2を送信し、受信機241で反射波b11、b21(VV偏波、HV偏波)、受信機242で反射波b12、b22(VH偏波、HH偏波)を交互に受信する。受信機241で受信した反射波b11、b21と受信機242で受信した反射波b12、b22とは、各々周波数変換①、②を経て互いに逆のチャーブ変調特性となり、合成器26で一つの信号に合成され、データ処理部28でSARデータc'として記録される。記録したSARデータc'には、反射波b11、b12のデータと反射b21、b22のデータが交互に(PR F毎に)記録されている。そのため、ボラリメトリSAR処理手段30では、まず、PRF毎に分離処理を行い、反射波b11、b12が記録されているSARデータc1''と反射波b21、b22が記録されているSARデータc2''とに分離する。SARデータc1''、c2''の各々に、それぞれの反射波のチャーブ変調特性に適したSAR再生処理を行うことで、SARデータc1''、c2''を各々二つの偏波の画像に分離し、ボラリメトリSAR画像e'を具現化する。なお、反射波b11、b12は送信波a1に対する反射波であり、反射波b21、b22は送信波a2に対する反射波である。

【0034】また、SAR再生処理では、図6とは逆に、図11に示すようにアジマス圧縮を先にチャーブ圧縮を後にしてても良く、この場合、アジマス圧縮処理が半分で済むため、SAR再生処理速度が速くなる。

【0035】

【発明の効果】本発明に係るSAR装置によれば、次の効果を奏する。

【0036】(1)複数の反射波を一つのSARデータに混在させることができると、性能劣化を引き起こすことなく、従来のインターフェロメトリSAR装置やボラリメトリSAR装置の約半分のデータレートを実現できる。

【0037】(2)受信機二台に対し、データ処理部が一台で良いため、従来のインターフェロメトリSAR装置やボラリメトリSAR装置で受信機・データ処理部を各二台用意する場合に比べ、重量・消費電力が軽減される。

【0038】(3)複数のSARデータを同時に取得してインターフェロメトリSARを実現するため、PRF毎に受信機・送信機を切り替えて実現する場合に比べ、画像間の相間の低下による性能劣化が防げる。

【0039】(4)SAR再生処理においてアジマス圧縮を先に行う場合では、SAR再生処理に要する処理量を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るSAR装置の第一実施形態を示す

ブロック図である。

【図2】図1のSAR装置の動作概要を示すフローチャートである。

【図3】図1のSAR装置の動作概要を示す波形図である。

【図4】図1のSAR装置における各ベースバンド信号の周波数分布を示すグラフであり、図4〔1〕は第一の受信機の出力信号、図4〔2〕は第二の受信機の出力信号、図4〔3〕は合成器の出力信号である。

10 【図5】図1のSAR装置におけるインターフェロメトリSAR再生手段の動作概要を示す波形図である。

【図6】図1のSAR装置におけるSAR再生処理を示すフローチャートである。

【図7】図1のSAR装置における周波数変換①(ダウンコンバート①)を示す説明図である。

【図8】図1のSAR装置における周波数変換②(ダウンコンバート②)を示す説明図である。

【図9】本発明に係るSAR装置の第二実施形態を示すブロック図である。

20 【図10】図9のSAR装置の動作を示すタイミングチャートであり、図10〔1〕は送信受信ゲート、図10〔2〕は送信波切替スイッチ、図10〔3〕は第一のアンテナ、図10〔4〕は第二のアンテナ、図10〔5〕はSARデータを示す。

【図11】図9のSAR装置におけるアジマス先行方式によるSAR再生処理を示すフローチャートである。

【図12】SAR装置の第一従来例を示すブロック図である。

【図13】SAR装置の第二従来例を示すブロック図である。

30 【図14】図13のSAR装置の動作を示すタイミングチャートであり、図14〔1〕は送信受信ゲート、図14〔2〕は受信データ切替スイッチ、図14〔3〕は第一のアンテナ、図14〔4〕は第二のアンテナ、図14〔5〕はSARデータを示す。

【図15】SAR装置の第三従来例を示すブロック図である。

40 【図16】図15のSAR装置の動作を示すタイミングチャートであり、図16〔1〕は送信受信ゲート、図16〔2〕は送信波切替スイッチ、図16〔3〕は第一のアンテナ、図16〔4〕は第二のアンテナ、図16〔5〕はSARデータを示す。

【符号の説明】

10, 20 SAR装置

11, 22 送信機

14, 26 合成器

16, 28 データ処理部

18 インターフェロメトリSAR再生手段

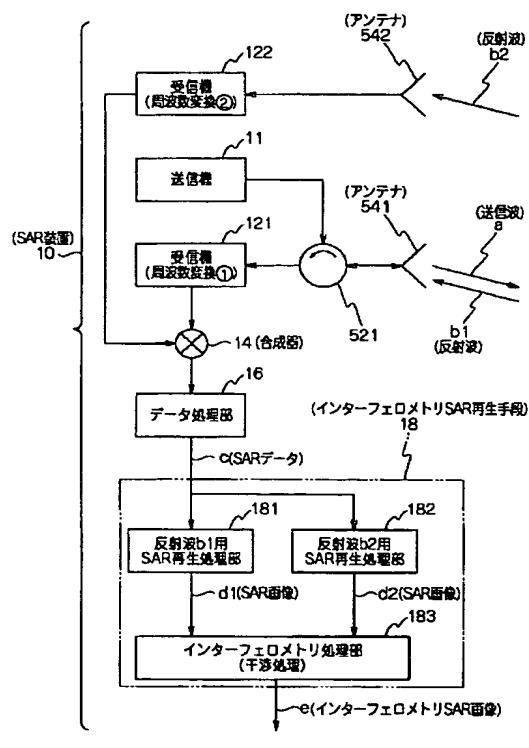
30 ボラリメトリSAR再生手段

50 76 送信波切替スイッチ

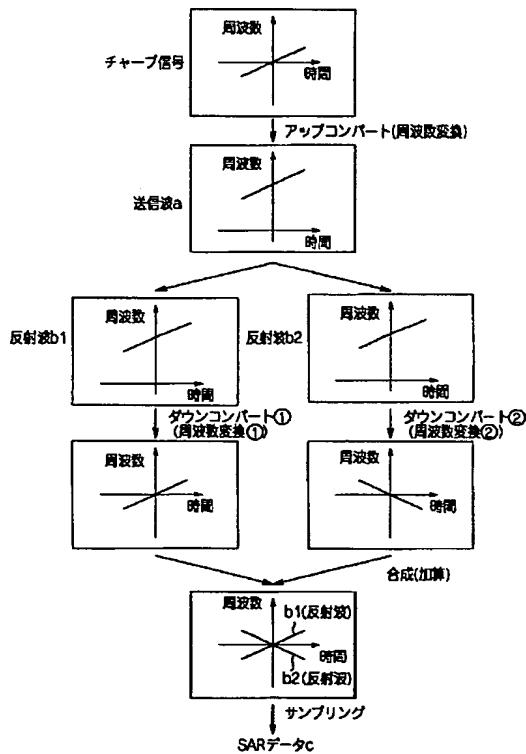
11
 121, 122, 241, 242 受信機
 181 反射波 b1 用 SAR 再生処理部
 182 反射波 b2 用 SAR 再生処理部
 183 インターフェロメトリ処理部
 301 分離処理部
 321 反射波 b1 1 用 SAR 再生処理部
 322 反射波 b1 2 用 SAR 再生処理部
 323 反射波 b2 1 用 SAR 再生処理部
 324 反射波 b2 2 用 SAR 再生処理部

12
 * 541, 542, 781, 782 アンテナ
 a, a1, a2 送信波
 b1, b2, b11, b12, b21, b22 反射波
 c, c', c1, c2, c1', c2', c1'', c2'' SAR データ
 d1, d2, d11, d12, d21, d22 SAR 画像
 e インターフェロメトリ SAR 画像
 e' ポラリメトリ SAR 画像

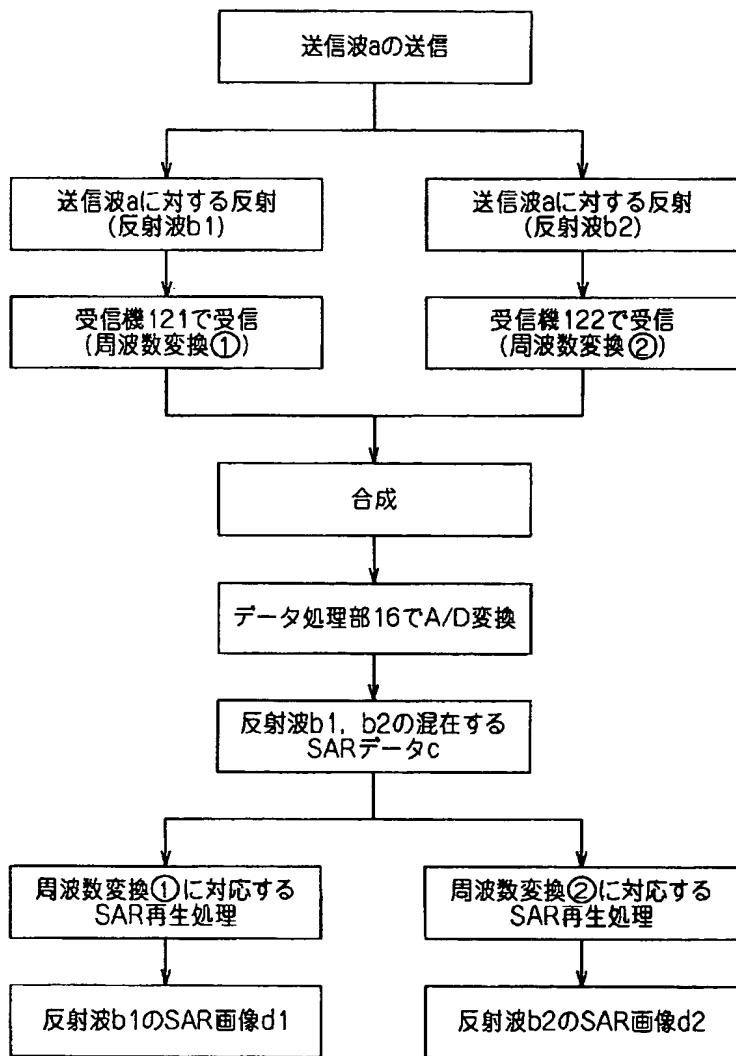
【図1】



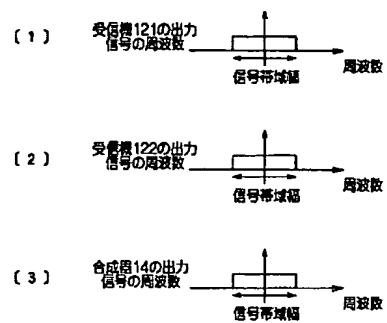
【図3】



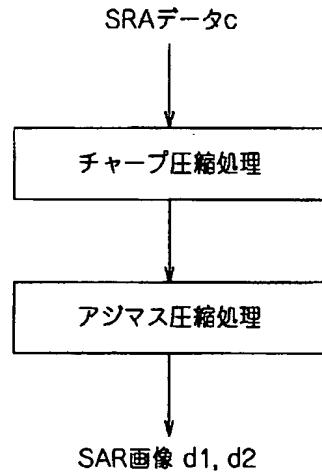
【図2】



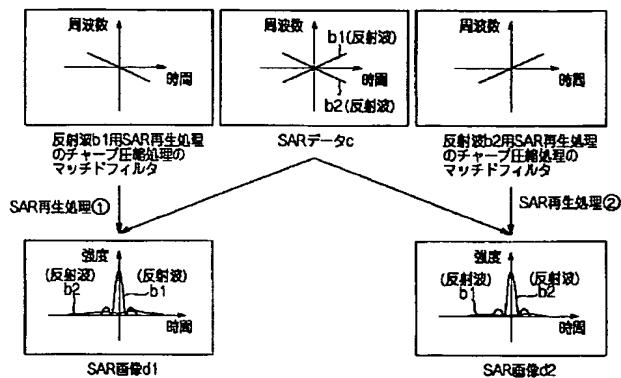
【図4】



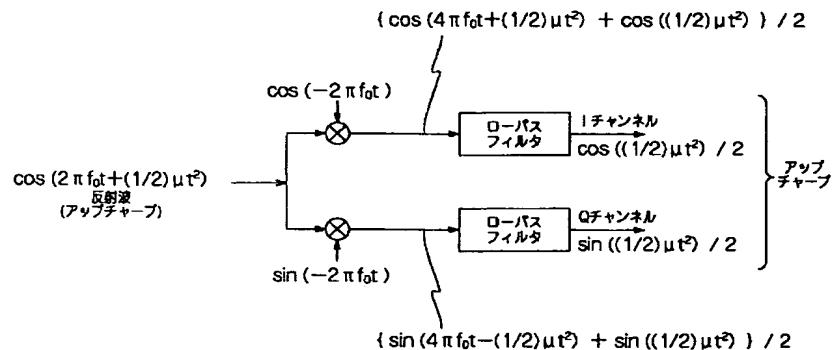
【図6】



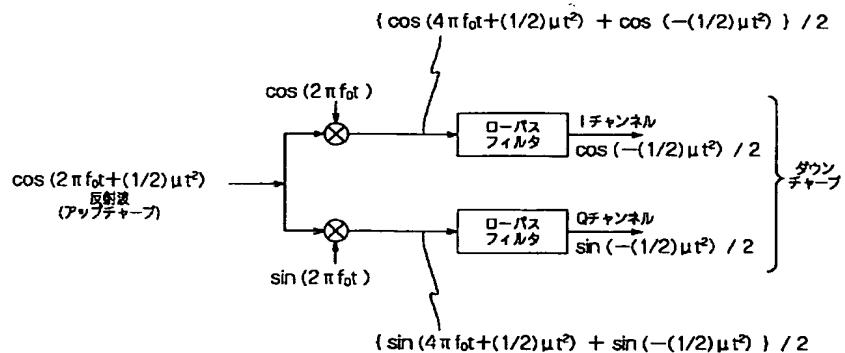
【図5】



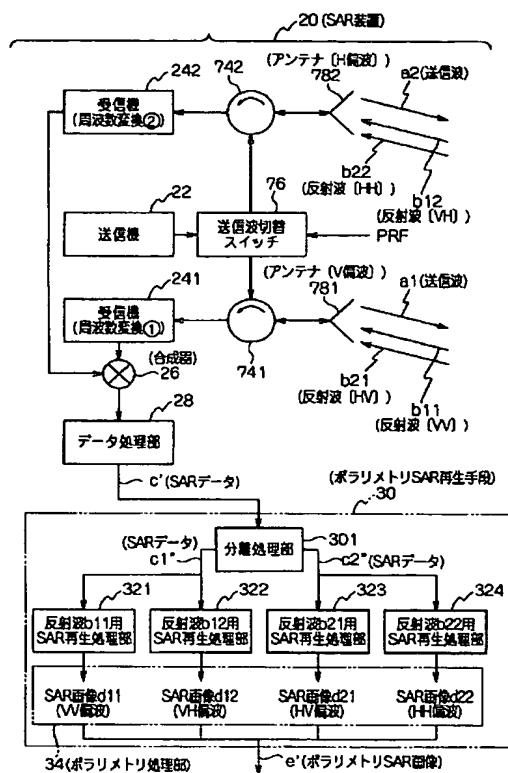
【図7】



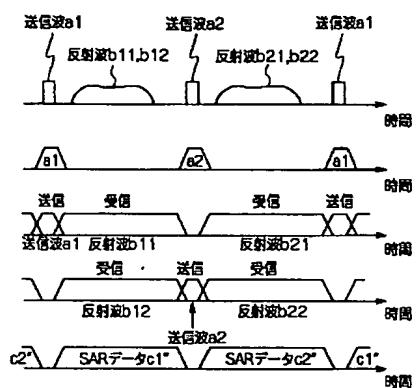
【図8】



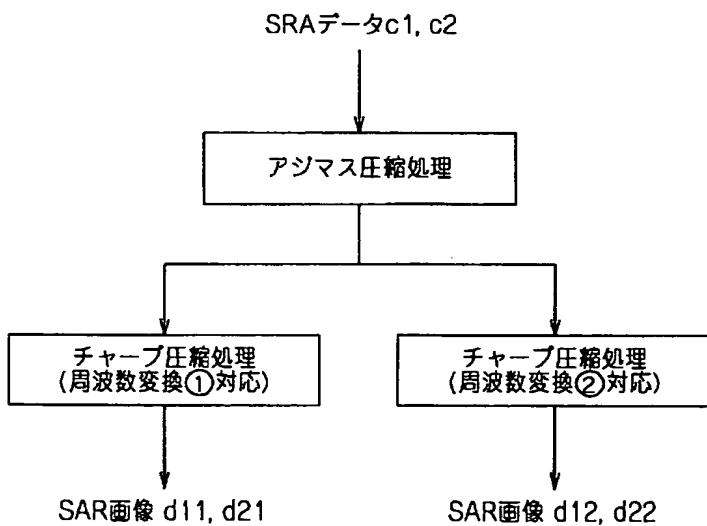
【図9】



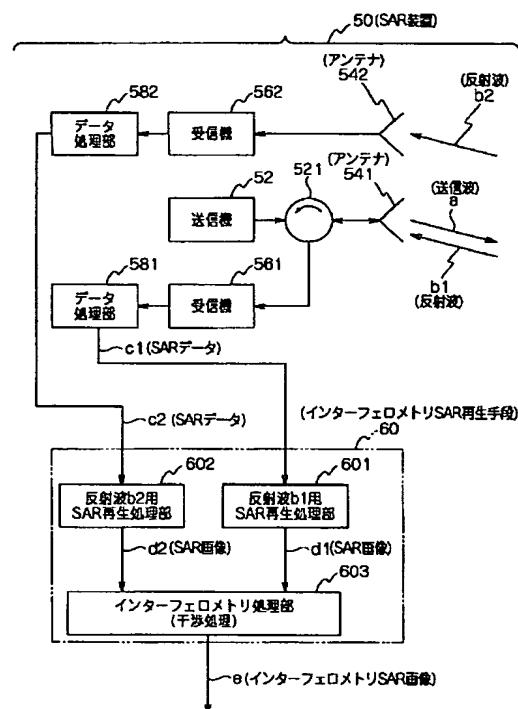
【図10】



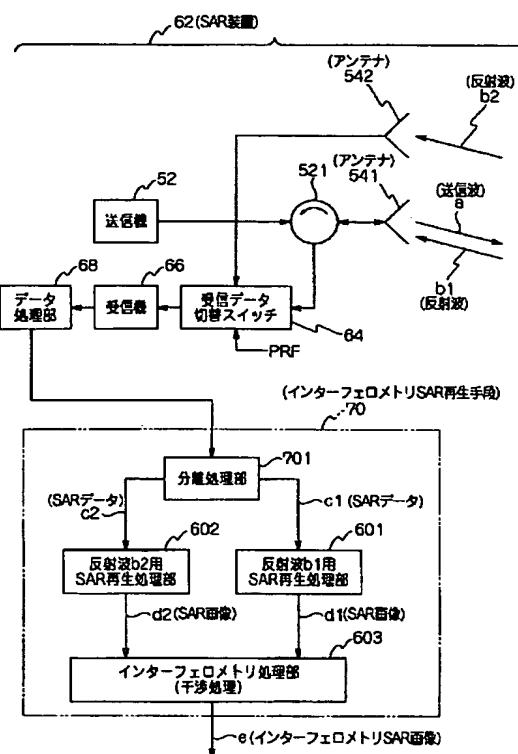
【図11】



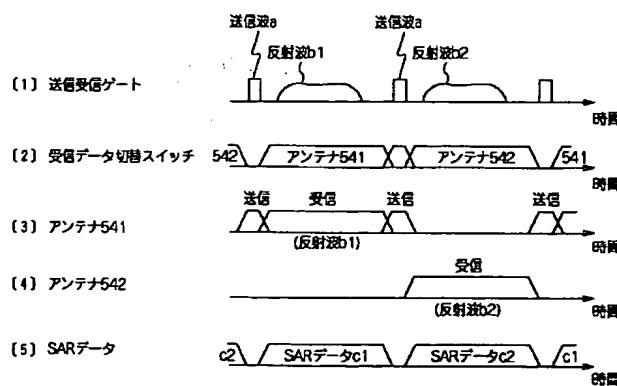
【図12】



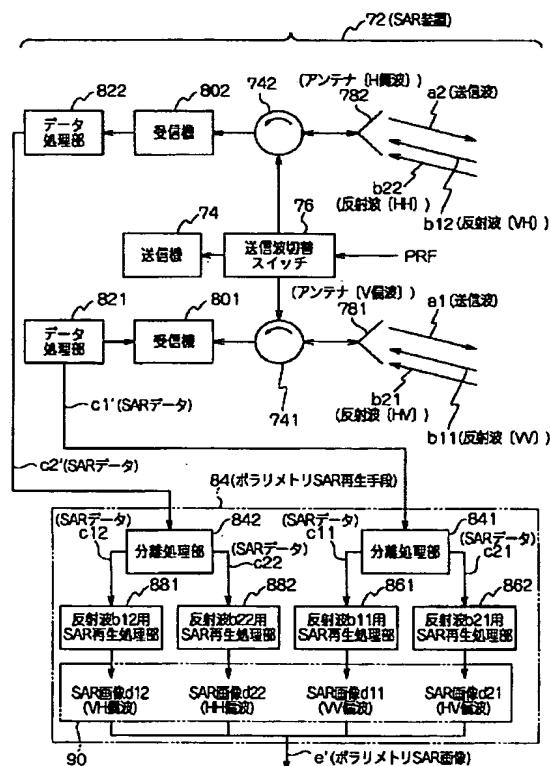
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

